

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. April 2002 (25.04.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/32208 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:  
Nicht klassifiziert

[CH/CH]; Pfannenstielstrasse 3, CH-8618 Oetwil am See (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH02/00049

(74) Anwalt: RIGLING, Peter; Patentanwaltsbüro, Troesch Scheidegger Werner AG, Schwänthenmos 14, CH-8126 Zumikon (CH).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. Januar 2002 (28.01.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): PHONAK AG [CH/CH]; Laubisrütlistrasse 28, CH-8712 Stäfa (CH).

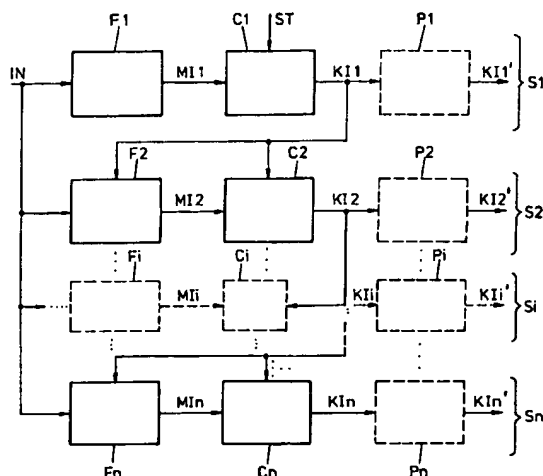
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING AN ACOUSTIC ENVIRONMENT SITUATION, APPLICATION OF THE METHOD AND HEARING AID

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINER AKUSTISCHEN UMGEBUNGSSITUATION, ANWENDUNG DES VERFAHRENS UND EIN HÖRHILFEGERÄT



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for determining an acoustic environment situation. The method consists of processing an acoustic input signal (IN) that is preferably picked up with the help of at least one microphone in at least two processing stages (S1, ..., Sn). At least one of the two processing stages (S1, ..., Sn) comprises an extraction phase in which characteristic features are extracted from the input signal (IN) and each of the processing stages (S1, ..., Sn) comprises an identification phase in which extracted characteristic features are classified. Class information (KI1, ..., KIIn; KI1', ..., KIIn') characterising or identifying the acoustic environment situation is generated based on the classification of said features in at least one processing stage (S1, ..., Sn). The invention also relates to applications of the inventive method in hearing aids and to a hearing aid.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/32208 A2



TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— ohne Klassifikation; Zusammenfassung und Bezeichnung von der Internationalen Recherchenbehörde nicht überprüft

**Veröffentlicht:**

- auf Antrag des Anmelders, vor Ablauf der nach Artikel 21 Absatz 2 Buchstabe a geltenden Frist
- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung einer akustischen Umgebungssituation sind angegeben, wobei das Verfahren darin besteht, dass in mindestens zwei Verarbeitungsstufen (S1, ..., Sn) ein vorzugsweise mit Hilfe mindestens eines Mikrofons aufgenommenes akustisches Eingangssignal (IN) verarbeitet wird, und zwar derart, dass in mindestens einer der mindestens zwei Verarbeitungsstufen (S1, ..., Sn) eine Extraktionsphase vorgesehen ist, in der charakteristische Merkmale aus dem Eingangssignal (IN) extrahiert werden, und dass in jeder Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn) eine Identifikationsphase vorgesehen ist, in der extrahierte charakteristische Merkmale klassifiziert werden. Aufgrund der Klassifizierung der Merkmale in mindestens einer Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn) werden Klasseninformationen (KI1, ..., KI<sub>n</sub>; KI1', ..., KI<sub>n</sub>') erzeugt, welche die akustische Umgebungssituation charakterisieren bzw. identifiziert. Des weiteren sind Anwendungen des erfindungsgemässen Verfahrens bei Hörhilfegeräten und ein Hörhilfegerät angegeben.

Verfahren zur Bestimmung einer akustischen  
Umgebungssituation, Anwendung des Verfahrens und ein  
Hörhilfegerät

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur  
Bestimmung einer akustischen Umgebungssituation, eine  
Anwendung des Verfahrens, eine Vorrichtung zur Bestimmung  
der akustischen Umgebungssituation sowie ein  
10 Hörhilfegerät.

Moderne Hörgeräte können heute mit Hilfe verschiedener  
Hörprogramme unterschiedlichen akustischen  
Umgebungssituationen angepasst werden. Damit soll das  
15 Hörgerät dem Benutzer in jeder Situation einen optimalen  
Nutzen bieten.

Die Wahl des Hörprogramms kann entweder über die  
Fernbedienung oder über einen Schalter am Hörgerät selbst  
20 vorgenommen werden. Das Umschalten zwischen verschiedenen  
Hörprogrammen ist jedoch für viele Benutzer lästig oder  
schwierig, wenn nicht sogar unmöglich. Welches Programm zu  
welchem Zeitpunkt den optimalen Komfort und die beste  
Sprachverständlichkeit bietet, ist auch für versierte  
25 Hörgeräteträger nicht immer einfach zu bestimmen. Ein  
automatisches Erkennen der akustischen Umgebungssituation  
und ein damit verbundenes automatisches Umschalten des  
Hörprogramms im Hörgerät ist daher wünschenswert.

Es sind derzeit verschiedene Verfahren für die automatische Klassifizierung von akustischen Umgebungssituationen bekannt. Bei all diesen Verfahren werden aus dem Eingangssignal, das beim Hörgerät von einem oder mehreren Mikrofonen stammen kann, verschiedene Merkmale extrahiert. Basierend auf diesen Merkmalen trifft ein Mustererkenner unter Anwendung eines Algorithmus eine Entscheidung über die Zugehörigkeit des analysierten Eingangssignals zu einer bestimmten akustischen Umgebungssituation. Die verschiedenen bekannten Verfahren unterscheiden sich dabei einerseits durch die unterschiedlichen Merkmale, welche bei der Beschreibung der akustischen Umgebungssituation verwendet werden (Signalanalyse), und andererseits durch den verwendeten Mustererkenner der die Merkmale klassifiziert (Signalidentifikation).

Aus der Veröffentlichung der internationalen Patentanmeldung mit dem Veröffentlichungsaktenzeichen WO 01/20 965 sind ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Bestimmung der akustischen Umgebungssituation bekannt. Es handelt sich dabei um eine einstufige Verarbeitung eines akustischen Eingangssignals in einer Merkmalsextraktionseinheit und einer dieser nachgeschalteten Klassifizierungseinheit, in der die extrahierten Merkmale zur Erzeugung von Klasseninformationen klassifiziert werden. Mit der bekannten Lehre werden zwar, insbesondere bei Verwendung von auditorisch-basierten Merkmalen, gute Resultate erhalten. Eine Verbesserung wird aber insbesondere im Anwendungsbereich von Hörhilfegeräten gewünscht, da gerade

in diesem Anwendungsgebiet die Klassifikation von akustischen Umgebungssituation äussert akkurat sein muss. Gleichzeitig bereitet das Vorhandensein von mehreren, sehr allgemeinen Geräuschklassen, wie Musik oder Rauschen, einige Schwierigkeiten. So entspricht es der Natur dieser Geräuschklassen, dass sie sehr allgemein und breit, d.h. in vielfältiger Weise auftreten können. Die Geräuschkategorie Rauschen, zum Beispiel, enthält die unterschiedlichsten Geräusche wie Hintergrundgespräche, Bahnhofgeräusche, Haartrockner, und die Geräuschkategorie Musik beinhaltet Popmusik, klassische Musik, Einzelinstrumente, Gesang, usw.

Gerade aufgrund der sehr allgemeinen Natur dieser Geräuschklassen ist es aber sehr schwierig, eine gute Erkennungsrate mit Hilfe der bekannten Verarbeitungsmethode in eine Merkmalsextraktionseinheit und einer nachgeschalteten Klassifizierungseinheit zu erhalten. Zwar kann die Robustheit des Erkennungssystems durch eine geeignete Wahl von Merkmalen verbessert werden, wie dies in WO 01/20965 erstmals aufgezeigt worden ist, indem auditorisch-basierte Merkmale verwendet werden, doch ist es insbesondere aufgrund einer hohen Varianz zwischen allgemeinen Geräuschklassen schwierig, diese klar und zweifelsfrei voneinander zu unterscheiden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung einer akustischen Umgebungssituation anzugeben, das gegenüber den bekannten Verfahren robuster und genauer ist.

Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 angegebenen Massnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung, eine Anwendung des Verfahrens, eine Vorrichtung  
5 sowie ein Hörhilfegerät sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

Indem ein akustischen Eingangssignal in einem mehrstufigen Verfahren, das aus mindestens zwei Klassifizierungsstufen  
10 besteht, wobei jede Stufe vorzugsweise aus einer Extraktionsphase und einer Identifikationsphase besteht, verarbeitet wird, wird eine überaus robuste und genaue Klassifikation der momentanen akustischen Umgebungssituation erhalten. So kann mit dem  
15 erfindungsgemässen Verfahren beispielsweise eine falsche Klassifizierung von Popmusik in die Kategorie "Sprache in Geräusch" erfolgreich vermieden werden. Das erfindungsgemässe Verfahren ermöglicht ferner die Unterteilung einer allgemeinen Geräuschkategorie, wie  
20 beispielsweise Rauschen, in Unterklassen, wie beispielsweise Verkehrslärm oder Gesprächshintergrundlärm. Spezielle Situationen, wie sie beispielsweise im Innern eines Automobils auftreten ("in-the-car noise"), können ebenfalls erkannt werden. Ganz allgemein können  
25 Raumeigenschaften identifiziert und entsprechend bei der Weiterverarbeitung von wichtigen Signalanteilen mitberücksichtigt werden. Es hat sich gezeigt, dass mit dem erfindungsgemässen Verfahren es zudem möglich ist, die Lärmquellen zu lokalisieren, womit die Möglichkeit  
30 geschaffen worden ist, das Vorhandensein einer

spezifischen Lärmquelle in mehreren anderen Lärmquellen zu detektieren.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen

5 beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine bekannte einstufige Vorrichtung zur Bestimmung einer akustischen Umgebungssituation,

10 Fig. 2 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung mit zwei Verarbeitungsstufen,

Fig. 3 eine zweite, allgemeine Ausführungsform einer erfindungsgemässen mehrstufigen Vorrichtung,  
15

Fig. 4 eine dritte, allgemeine Ausführungsform einer erfindungsgemässen mehrstufigen Vorrichtung,

20 Fig. 5 eine vierte, allgemeine Ausführungsform einer erfindungsgemässen mehrstufigen Vorrichtung,

Fig. 6 eine gegenüber der zweistufigen Ausführungsform gemäss Fig. 2 vereinfachte Ausführungsform und

25

Fig. 7 ein Hörhilfegerät mit einer erfindungsgemässen mehrstufigen Vorrichtung gemäss Fig. 2 bis 6.

Fig. 1 zeigt eine bekannte einstufige Vorrichtung zum Bestimmen der akustischen Umgebungssituation, wobei die Vorrichtung aus einer Hintereinanderschaltung von einer

5 Merkmalsextraktionseinheit F, einer Klassifizierungseinheit C und einer Nachverarbeitungseinheit P besteht.

Ein akustisches Eingangssignal IN, das beispielsweise mit

10 einem Mikrophon aufgenommen wurde, ist der Merkmalsextraktionseinheit F beaufschlagt, in der charakteristische Merkmale extrahiert werden.

Für die Merkmalsextraktion in Audiosignalen wurde im

15 Aufsatz von J. M. Kates mit dem Titel "Classification of Background Noises für Hearing-Aid Applications" (1995, Journal of the Acoustical Society of America 97(1), Seiten 461 bis 469) vorgeschlagen, eine Analyse der zeitlichen Pegelschwankungen und des Spektrums vorzunehmen. Des

20 weiteren wurde in der Europäischen Patentschrift mit der Nummer EP-B1-0 732 036 eine Analyse des Amplitudenhistogramms zur Erreichung des gleichen Ziels vorgeschlagen. Schliesslich wurde die Merkmalsextraktion auch durch eine Analyse verschiedener

25 Modulationsfrequenzen untersucht und angewendet. Diesbezüglich wird auf die beiden Aufsätze von Ostendorf et. al. mit den Titeln "Empirische Klassifizierung verschiedener akustischer Signale und Sprache mittels einer Modulationsfrequenzanalyse" (1997, DAGA 97, Seiten

30 608 bis 609) und "Klassifikation von akustischen Signalen



basierend auf der Analyse von Modulationsspektren zur Anwendung in digitalen Hörgeräten" (1998, DAGA 98, Seiten 402 bis 403) verwiesen. Ein ähnlicher Ansatz ist auch in einem Aufsatz von Edwards et. al. mit dem Titel "Signal-  
5 processing algorithms for a new software-based, digital hearing device" (1998, The Hearing Journal 51, Seiten 44 bis 52) offenbart. Weitere mögliche Merkmale sind der Pegel selbst oder die Nulldurchgangsrate wie z.B. in H. L. Hirsch, "Statistical Signal Characterization" (Artech  
10 House 1992) beschrieben. Die bisher zur Audiosignalanalyse verwendeten Merkmale sind also rein technisch-basiert.

Des Weiteren wurde in der bereits zitierten Offenlegungsschrift der internationalen Patentanmeldung WO  
15 01/20965 neben den erwähnten technischen Merkmalen erstmals auf die vorteilhafte Verwendung von auditorisch-basierten Merkmalen hingewiesen.

Gemäss Fig. 1 werden die in der Merkmalsextraktionseinheit  
20 F extrahierten Merkmale M der Klassifizierungseinheit C beaufschlagt, in der für die Geräuschklassifikation grundsätzlich einer der bekannten Musteridentifikationsmethoden zum Einsatz kommt. So eignen sich insbesondere so genannte Abstandsschätzer, Bayes  
25 Klassifizierer, Fuzzy Logic Systeme oder Neuronale Netzwerke als Mustererkenner. Weitere Informationen zu den zwei erst genannten Methoden können der Druckschrift "Pattern Classification and Scene Analysis" von Richard O. Duda und Peter E. Hart (John Wiley & Sons, 1973) entnommen  
30 werden. Bezüglich Neuronalen Netzwerken wird auf das

Standardwerk von Christopher M. Bishop mit dem Titel  
"Neural Networks for Pattern Recognition" (1995, Oxford  
University Press) verwiesen. Des weiteren wird auf die  
folgenden Publikationen verwiesen: Ostendorf et. al.,

- 5 "Klassifikation von akustischen Signalen basierend auf der  
Analyse von Modulationsspektren zur Anwendung in digitalen  
Hörgeräten" (Zeitschrift für Audiologie, 1998, Seiten 148  
bis 150); F. Feldbusch, "Geräuscheerkennung mittels  
Neuronaler Netzwerke" (1998, Zeitschrift für Audiologie,  
10 Seiten 30 bis 36); Europäische Patentanmeldung mit der  
Veröffentlichungsnummer EP-A1-0 814 636; und US-Patent mit  
der Veröffentlichungsnummer US-5 604 812. Neben den  
erläuterten Mustererkennungsmethoden, bei denen lediglich  
die statischen Eigenschaften der interessierten  
15 Geräuschklassen modelliert werden, sind in der bereits  
zitierten Offenlegungsschrift der internationalen  
Patentanmeldung WO 01/20965 auch Methoden genannt, bei  
denen dynamische Eigenschaften berücksichtigt werden.

- 20 Gemäss Fig. 1 werden durch die in der  
Klassifizierungseinheit C durchgeführten  
Verarbeitungsschritten Klasseninformation KI erhalten, die  
gegebenenfalls einer Nachverarbeitungseinheit P zur  
allfälligen Bereinigung der Klassenzugehörigkeit zugeführt  
25 werden. Erhalten werden in der Folge bereinigte  
Klasseninformationen KI'.

- In Fig. 2 ist eine erste Ausführungsvariante einer  
erfindungsgemässen Vorrichtung dargestellt. Es handelt  
30 sich dabei um eine Vorrichtung mit zwei Verfahrensstufen

- S1 und S2, wobei in jeder Verfahrensstufe S1, S2 je eine Merkmalsextraktionseinheit F1 bzw. F2 und eine Klassifizierungseinheit C1 bzw. C2 enthalten sind. Beiden Verfahrensstufen S1 bzw. S2 wird das originäre Eingangssignal IN zugeführt, nämlich sowohl der Merkmalsextraktionseinheit F1 als auch der Merkmalsextraktionseinheit F2, die je für sich mit der entsprechenden Klassifizierungseinheit C1 bzw. C2 in der Folge wirkverbunden sind. Von Bedeutung ist nun, dass Klasseninformationen KI1, welche aufgrund von Berechnungen in der Klassifizierungseinheit C1 der ersten Verfahrensstufe S1 erhalten werden, die Klassifizierungseinheit C2 der zweiten Verfahrensstufe S2 beeinflusst wird, und zwar derart, dass beispielsweise einer von mehreren möglichen Musteridentifikationsmethoden ausgewählt wird und für die Geräuschklassifizierung in der Klassifizierungseinheit C2 der zweiten Verfahrensstufe S2 angewendet wird.
- Die allgemeine in Fig. 2 dargestellte Ausführungsvariante der Erfindung wird im Folgenden an einem konkreten Beispiel weiter erläutert:

- Durch die Merkmalsextraktionseinheit F1 werden die Merkmale Tonalität, spektraler Schwerpunkt (CGAV: spectral center of gravity), Fluktuation des spektralen Schwerpunkts (CGFS) und spektrale Breite und Einschwingzeit extrahiert und in der Klassifizierungseinheit C1, in der ein HMM-(Hidden Markov Model)-Klassifizierer zum Einsatz kommt, klassifiziert,

wobei das Eingangssignal IN mit Hilfe der HMM-Klassifizierung in eine der folgenden Klassen eingeteilt wird: "Sprache", "Sprache in Rauschen", "Rauschen" oder "Musik". Dies wird als Klasseninformation KI bezeichnet.

- 5 Das Resultat der ersten Verarbeitungsstufe S1 wird der Klassifizierungseinheit C2 der Verarbeitungsstufe S2 beaufschlagt, in der ein zweites Merkmalset mit Hilfe der Merkmalsextraktionseinheit F2 extrahiert wird. Dabei werden neben den Merkmalen Tonalität, spektraler
- 10 Schwerpunkt und Fluktuation des spektralen Schwerpunkts (CGFS) das zusätzliche Merkmal Varianz der harmonischen Struktur (pitch) - nachfolgend auch etwa als Pitchvar bezeichnet - extrahiert. Aufgrund dieser Merkmale wird mit Hilfe eines Regel-basierten Klassifizierers in der
- 15 Klassifizierungseinheit C2 das Resultat der ersten Verarbeitungsstufe S1 überprüft und gegebenenfalls korrigiert. Der Regel-basierte Klassifizierer beinhaltet lediglich wenige einfache heuristische Entscheidungen, welche auf den vier Merkmalen basieren und sich an den
- 20 folgenden Überlegungen orientieren:

- Das Merkmal Tonalität wird in jeder Klasse zur Korrektur verwendet, falls die Merkmalswerte vollständig ausserhalb eines zulässigen Wertebereiches der Klasseninformationen
- 25 KI1 liegen, welche in der ersten Klassifizierungseinheit C1 - d.h. durch den HMM-Klassifizierer - bestimmt worden sind. Erwartungsgemäss ist die Tonalität für "Musik" hoch, für "Sprache" im mittleren Bereich, für "Sprache in Rauschen" ein wenig tiefer und für "Rauschen" tief. Falls
- 30 beispielsweise ein Eingangssignal IN durch die Klassifizierungseinheit C1 in die Klasse "Sprache" fällt,

dann wird erwartet, dass entsprechende Merkmale, welche in der Merkmalsextraktionseinheit F1 ermittelt worden sind, der Klassifizierungseinheit C1 angezeigt haben, dass der relevante Signalanteile im Eingangssignal IN stark

5 fluktuiert. Falls, auf der anderen Seite, die Tonalität für dieses Eingangssignal IN sehr tief ist, handelt es sich mit grösster Wahrscheinlichkeit nicht um "Sprache", sondern um "Sprache in Rauschen". Ähnliche Überlegungen können für die anderen drei Merkmale angestellt werden,

10 nämlich für die Varianz der harmonischen Struktur (Pitchvar), den spektralen Scherpunkt (CGAV) und für die Fluktuation des spektralen Schwerpunkts (CGFS). Entsprechend können die Regeln für den Regel-basierten Klassifizierer, welche in der Klassifizierungseinheit C2

15 zur Anwendung kommen, wie folgt formuliert werden:

Klasseninformation KI1:	Bedingung:	Klasseninformation KI2:
"Sprache"	Falls Tonalität tief falls CGFS hoch und CGAV hoch ansonsten	"Sprache in Rauschen"  "Musik" "Rauschen"
"Sprache in Rauschen"	Falls Tonalität hoch falls Tonalität tief oder CGAV hoch	"Sprache"  "Rauschen"
"Rauschen"	Falls Tonalität hoch	"Musik"
"Musik"	Falls Tonalität tief oder Pitchvar tief oder CGAV hoch	"Rauschen"

Bei dieser Ausführungsform der Erfindung hat sich in  
 überraschender Weise herausgestellt, dass nahezu die  
 gleichen Merkmale in der zweiten Verarbeitungsstufe S2  
 5 verwendet werden wie in der ersten Verarbeitungsstufe S1.  
 Es hat sich darüber hinaus gezeigt, dass sich das Merkmal  
 Tonalität am besten eignet, um eine Korrektur der durch  
 die Klassifizierungseinheit C1 erzeugten Fehler  
 korrigieren zu können. Es kann also festgehalten werden,  
 10 dass bei Verwendung des Regel-basierten Klassifizierers  
 die Tonalität von entscheidender Bedeutung ist.

Beim Austesten der vorstehend beschriebenen  
 Ausführungsform konnte festgestellt werden, dass bereits  
 15 bei diesem einfachen zweistufigen Verfahren die

Trefferrate mindestens um 3% gegenüber dem einstufigen Verfahren verbessert werden konnte. In einigen Fällen konnte sogar eine Verbesserung der Trefferrate um 91% festgestellt werden.

5

In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform in allgemeiner Darstellung gezeigt. Es handelt sich dabei um ein Verarbeitungsverfahren mit n Stufen. Jede der Verarbeitungsstufen S1 bis Sn weist in Fortführung der vorstehenden Überlegungen eine Merkmalsextraktionseinheit F1 bis Fn und eine dieser nachgeschalteten Klassifizierungseinheit C1 bis Cn zur Erzeugung der jeweiligen Klasseninformationen KI1 bis KIn auf. Gegebenenfalls ist in jeder oder in einzelnen Verarbeitungsstufen S1 bis Sn eine Nachverarbeitungseinheit P1 bis Pn zur Erzeugung von bereinigten Klasseninformationen KI1' bis KIn' vorhanden.

In Weiterführung der Ausführungsvariante gemäss Fig. 2 eignet sich die in Fig. 3 gezeigte Ausführungsvariante insbesondere auch für eine sogenannte grob-fein Klassifizierung. In einer grob-fein Klassifizierung wird ein in einer Verarbeitungsstufe i erhaltenes Resultat in einer nachfolgenden Verarbeitungsstufe i+1 verfeinert. Es wird also eine Grobklassifizierung in einer übergeordneten Verarbeitungsstufe vorgenommen, wobei aufgrund der Grobklassifizierung eine Feinklassifizierung, basierend auf spezifischeren Merkmalsextraktionen und/oder Klassifizierungsmethoden, in einer nachgeordneten Verarbeitungsstufe ausgeführt wird. Dieser Prozess kann

auch als Hypothesengenerierung in einer übergeordneten  
Verfahrensstufe angesehen werden, die in einer  
nachgeordneten Verfahrensstufe überprüft, d.h. bestätigt  
oder zurückgewiesen werden. Es wird ausdrücklich darauf  
5 hingewiesen, dass die Hypothesen, welche an sich in einer  
übergeordneten Verfahrensstufe (Grobklassifizierung)  
erstellt worden sind, auch mit anderen Informationen,  
insbesondere mit manuellen Mitteln, wie Fernbedienungen  
oder Schalter, eingegeben werden können. In Fig. 3 ist  
10 dies, stellvertretend in der ersten Verarbeitungsstufe S1,  
mittels einer Stellgrösse ST angegeben, über die  
beispielsweise die Berechnungen in der  
Klassifizierungseinheit C1 übersteuert werden können.  
Selbstverständlich kann die Stellgrösse auch einer  
15 Klassifizierungseinheit C2 bis Cn oder einer  
Nachverarbeitungseinheit P1 bis Pn einer anderen  
Verfahrensstufe S1 bis Sn zugeführt werden.

In einem erfindungsgemässen Klassifizierungssystem mit  
20 mehreren Verarbeitungsstufen S1 bis Sn kann jeder  
Verarbeitungsstufe S1 bis Sn, was jedoch nicht zwingend  
ist, eine Aufgabe zugeordnet werden, wie zum Beispiel:  
eine Grobklassifizierung, eine Feinklassifizierung, eine  
Lokalisierung einer Geräuschquelle, eine Überprüfung, ob  
25 eine bestimmte Geräuschquelle, z. B. Automobilgeräusch in  
einem Fahrzeug, vorhanden ist, oder eine Extraktion von  
bestimmten Signalanteilen von einem Eingangssignal, z. B.  
Elimination von Echo unter Berücksichtigung von  
Raumcharakteristiken. Die einzelnen Verarbeitungsstufen S1  
30 bis Sn sind daher individuell im Sinne, dass in ihnen



verschiedene Merkmale extrahiert und verschiedene Klassifizierungsmethoden verwendet werden.

5 In einem weiteren Anwendungsbeispiel ist vorgesehen, in einer ersten Verarbeitungsstufe S1 ein individuelles Signal in einem Gemisch von verschiedenen Signalanteilen zu lokalisieren, in einer zweiten Verarbeitungsstufe S2 eine Grobklassifizierung der lokalisierten Signalquelle vorzunehmen und in einer dritten Verfahrenstufe S3 eine  
10 Feinklassifizierung der in der zweiten Verfahrensstufe S2 erhaltenen groben Klassifizierung vorzunehmen.

Die in der ersten Verarbeitungsstufe durchgeführte Lokalisation der Schallquelle kann eine  
15 Richtungsfilterung, zum Beispiel mittels Multi-Mikrofon-Technologie, nachgeschaltet werden.

Selbstverständlich kann eine Merkmalsextraktionseinheit F1 bis Fn unter mehreren Klassifizierungseinheiten C1 bis Cn  
20 aufgeteilt werden, d.h. die Resultate einer Merkmalsextraktionseinheit F1 bis Fn können von mehreren Klassifizierungseinheiten C1 bis Cn verwendet werden. Des weiteren ist denkbar, dass eine Klassifizierungseinheit C1 bis Cn in mehreren Verarbeitungsstufen S1 bis Sn verwendet  
25 wird. Schliesslich kann vorgesehen sein, dass die in den verschiedenen Verarbeitungsstufen S1 bis Sn erhaltenen Klasseninformationen KI1 bis KIn bzw. die bereinigten Klasseninformationen KI1' bis KIn' zur Erhaltung der abschliessenden Klassifizierung unterschiedlich gewichtet  
30 werden.

In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung dargestellt, bei der wiederum mehrere Verarbeitungsstufen S1 bis Sn zum Einsatz kommen. Im Unterschied zur

5 Ausführungsform gemäss Fig. 3 werden die Klasseninformationen KI1 bis KIn nicht nur in den jeweils unmittelbar nachfolgenden Verarbeitungsstufen verwendet, sondern gegebenenfalls in allen untergeordneten Verarbeitungsstufen. In analoger Weise können die

10 Resultate von vorhergehenden Verarbeitungsstufen S1 bis Sn ihre Auswirkungen auch auf die nachfolgenden Merkmalsextraktionseinheiten F1 bis Fn bzw. auf die zu extrahierenden Merkmale haben.

15 Auch bei der Ausführungsvariante gemäss Fig. 4 sind Nachverarbeitungseinheiten P1 bis Pn denkbar, die Zwischenresultate der Klassifizierung aufbereiten und als bereinigte Klasseninformationen KI1' bis KIn' zur Verfügung stellen.

20

In Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsvariante einer mehrstufigen Vorrichtung zur Bestimmung der akustischen Umgebungssituation, wiederum in allgemeiner Form, dargestellt. Gezeigt sind wie bereits bei den

25 Ausführungsvarianten gemäss Fig. 3 und 4 mehrere Verarbeitungsstufen S1 bis Sn mit Merkmalsextraktionseinheiten F1 bis Fn und Klassifizierungseinheiten C1 bis Cn. Die in jeder Verarbeitungsstufe S1 bis Sn erhaltenen

30 Klasseninformationen KI1 bis KIn werden einer

Entscheidungseinheit FD zugeführt, in der die abschliessende Klassifizierung durch Erzeugen der Klasseninformationen KI vorgenommen wird. In der Entscheidungseinheit FD ist gegebenenfalls vorgesehen, 5 Rückkopplungssignale zu erzeugen, welche auf die Merkmalsextraktionseinheiten F1 bis Fn und/oder auf die Klassifizierungseinheiten C1 bis Cn wirken, um beispielsweise einzelne Parameter in diesen Verarbeitungseinheiten anzupassen oder um ganze 10 Klassifizierungseinheiten C1 bis Cn austauschen zu können.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Rückwirkungen und Verknüpfungen der Verarbeitungseinheiten der Ausführungsvarianten gemäss Fig. 3 bis 5 nicht auf die 15 dargestellten Varianten beschränkt sind. Denkbar ist, dass einzelne Rückwirkungen oder Verknüpfungen weggelassen werden. Grundsätzlich sind beliebige Kombinationen von Verarbeitungseinheiten und Strukturen möglich.

20 Darüber hinaus ist denkbar, dass - beim Einsatz der Erfindung bei Hörhilfegeräten - die verschiedenen Verarbeitungsstufen auch zwischen zwei Hörgeräten, d.h. bei je einem Hörgerät für das linke und das rechte Ohr, verteilt sind. Der Informationsaustausch erfolgt bei 25 dieser Ausführungsform über eine drahtgebundene oder eine drahtlose Übertragungsstrecke.

In Fig. 6 ist nochmals eine vereinfachte Ausführungsvariante der Erfindung zur Veranschaulichung 30 der vorstehenden allgemeinen Ausführungen zu den möglichen

Strukturen. Obwohl lediglich eine Merkmalsextraktionseinheit F1 vorgesehen ist, sind zwei Verarbeitungsstufen S1 und S2 vorgesehen. Die erste Verarbeitungsstufe S1 besteht aus der

5 Merkmalsextraktionseinheit F1 und der Klassifizierungseinheit C1. Bei der zweiten Verarbeitungsstufe S2 werden die gleichen Merkmale verwendet, die bereits in der ersten Verfahrensstufe S1 verwendet worden sind. Eine Neuberechnung der Merkmale in

10 der Verfahrensstufe S2 erübrigt sich daher, und es können die Resultate der Merkmalsextraktionseinheit F1 der ersten Verfahrensstufe S1 in der zweiten Verfahrensstufe S2 verwendet werden. In der zweiten Verfahrensstufe S2 wird

~ somit lediglich die Klassifizierungsmethode geändert, und

15 zwar in Abhängigkeit der Klasseninformationen KI1 der ersten Verarbeitungsstufe S1.

-

Fig. 7 zeigt die Verwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung bei einem Hörhilfegerät, das im Wesentlichen

20 eine Übertragungseinheit 200 aufweist. Mit 100 ist eine mehrstufige Verarbeitungseinheit bezeichnet, die gemäss einer der in den Fig. 2 bis 6 dargestellten Ausführungsvarianten realisiert ist. Das Eingangssignal IN wird sowohl der mehrstufigen Verarbeitungseinheit 100 als

25 auch der Übertragungseinheit 200 beaufschlagt, in dem das akustische Eingangssignal IN unter Zuhilfenahme der in der mehrstufigen Verarbeitungseinheit 100 erzeugten Klasseninformationen KI1 bis KIn bzw. KI1' bis KIn'

30 bearbeitet wird. Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, ein aufgrund der ermittelten akustischen Umgebungssituation ein geeignetes Hörprogramm auszuwählen, wie dies in der

Einleitung und in der internationalen Patentanmeldung WO 01/20 965 beschrieben worden ist.

Mit 300 ist eine manuelle Eingabeeinheit bezeichnet, mit  
5 Hilfe der - beispielsweise über eine Funkstrecke, wie dies  
schematisch in Fig. 7 ersichtlich ist - gegebenenfalls  
sowohl auf die mehrstufige Verarbeitungseinheit 100 in  
bereits erläuterten Weise oder auf die Übertragungseinheit  
200 einwirkt. Im Falle des Hörhilfegerätes 200 wird auf  
10 die Ausführungen in der WO 01/20 965 verwiesen, deren  
Inhalt als integrierter Bestandteile dieser Beschreibung  
anzusehen ist.

Als mögliche Klassifizierungsmethoden bei allen  
15 erläuterten Ausführungsvarianten der Erfindung kommt  
insbesondere eine der folgenden Methoden zur Anwendung:

- Hidden Markov Modelle;
- Fuzzy Logic;
- 20 - Klassifizierung nach Bayes;
- Regel-basierte Klassifizierung;
- Neuronale Netzwerke;
- Minimale Distanz.

25 Schliesslich wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass in  
den Merkmalsextraktionseinheiten F1 bis Fn (Fig. 2 bis 7)  
technische und/oder auditorisch-basierte Merkmale

extrahiert werden können. Für ausführliche Erläuterungen zu den technischen und auditorisch-basierten Merkmalen sei wiederum auf die Ausführungen in der internationalen Patentanmeldung WO 01/20 965 verwiesen.

5

Als bevorzugte Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Bestimmung der akustischen Umgebungssituation ist die Wahl eines Hörprogrammes in einem Hörhilfegerät. Denkbar ist jedoch auch die Verwendung der erfindungsgemässen  
10 Vorrichtung bzw. die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Spracherkennung.

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bestimmung einer akustischen  
5 Umgebungssituation, wobei das Verfahren darin besteht,  
dass in mindestens zwei Verarbeitungsstufen (S1, ..., Sn)  
ein vorzugsweise mit Hilfe mindestens eines Mikrofons  
aufgenommenes akustisches Eingangssignal (IN) verarbeitet  
wird, und zwar derart,
  - 10 - dass in mindestens einer der mindestens zwei  
Verarbeitungsstufen (S1, ..., Sn) eine  
Extraktionsphase vorgesehen ist, in der  
charakteristische Merkmale aus dem Eingangssignal  
(IN) extrahiert werden, und
  - 15 - dass in jeder Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn) eine  
Identifikationsphase vorgesehen ist, in der  
extrahierte charakteristische Merkmale klassifiziert  
werden,wobei aufgrund der Klassifizierung der Merkmale in  
20 mindestens einer Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn)  
Klasseninformationen (KI1, ..., KIn; KI1', ..., KIn')  
erzeugt werden, welche die akustische Umgebungssituation  
charakterisieren bzw. identifiziert.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
in jeder Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn) eine  
Extraktionsphase vorgesehen ist, in der charakteristische  
Merkmale aus dem Eingangssignal (IN) extrahiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund von in einer Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn) erhaltenen Klasseninformationen (KI1, ..., KIn; KI1', ..., KIn') die  
5 Art der Verarbeitung in einer anderen Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn) gewählt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Identifikationsphase einer  
10 Verarbeitungsstufe i (S1, ..., Sn) erhaltenen Klasseninformationen (KI1, ..., KIn; KI1', ..., KIn') die Art der Verarbeitung in der nachfolgenden bzw. untergeordneten Verarbeitungsstufe i+1 (S1, ..., Sn) bestimmen.

15

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund der in der Verarbeitungsstufe i (S1, ..., Sn) erhaltenen Klasseninformationen (KI1, ..., KIn; KI1', ..., KIn') spezifische Merkmale in der Extraktionsphase der  
20 nachfolgenden bzw. untergeordneten Verarbeitungsstufe i+1 (S1, ..., Sn) und/oder spezifische Klassifizierungsverfahren in der Identifikationsphase der nachfolgenden bzw. untergeordneten Verarbeitungsstufe i+1 (S1, ..., Sn) gewählt werden.

25

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Identifikationsphase eines der folgenden Klassifizierungsverfahren zum Einsatz kommt:



- Hidden Markov Modelle;
- Fuzzy Logic;
- Klassifizierung nach Bayes;
- Regel-basierte Klassifizierung;
- 5    - Neuronale Netzwerke;
- Minimale Distanz.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass in den Extraktionsphasen  
10 technische und/oder auditorisch-basierte Merkmale  
extrahiert werden.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einer  
15 Verarbeitungsstufe ( $S_1, \dots, S_n$ ) im Anschluss an die  
Extraktionsphase eine Nachverarbeitungsphase vorgesehen  
ist, in der die Klasseninformationen ( $KI_1, \dots, KI_n$ ) zur  
Erzeugung von bereinigten Klasseninformationen ( $KI'_1, \dots,$   
 $KI'_n$ ) nachbearbeitet werden.

20

9. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis  
8 zur Anpassung mindestens eines Hörhilfegerätes an eine  
momentane akustische Umgebungssituation.

25 10. Anwendung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
dass aufgrund der ermittelten momentanen akustischen  
Umgebungssituation ein Hörprogramm bzw. eine

Übertragungsfunktion zwischen mindestens einem Mikrofon und einem Hörer im mindestens einen Hörhilfegerät eingestellt wird.

5 11. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Spracherkennung.

12. Vorrichtung zur Bestimmung einer akustischen Umgebungssituation mit einer Merkmalsextraktionseinheit  
10 (M), das mit einer Klassifizierungseinheit (C) zur Verarbeitung eines Eingangssignals (IN) wirkverbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei  
Verarbeitungsstufen (S1, ..., Sn) vorgesehen sind, wobei in mindestens einer der mindestens zwei  
15 Verarbeitungsstufen (S1, ..., Sn) eine Merkmalsextraktionseinheit (F1, ..., Fn) enthalten ist und wobei in jeder Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn) eine Klassifizierungseinheit (C1, ..., Cn) enthalten ist, dass das Eingangssignal (IN) den Merkmalsextraktionseinheiten  
20 (M1, ..., Mn) beaufschlagt ist und dass mit den Klassifiziereinheiten (C1, ..., Cn) Klasseninformationen (KI1, ..., KIn) erzeugbar sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,  
25 dass in jeder Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn) eine Merkmalsextraktionseinheit (M1, ..., Mn) vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Klasseninformationen (KI1, ...,

KIn; KI1', ..., KIn') einer anderen Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn) beaufschlagt sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass die Klasseninformationen (KI1, ..., KIn; KI1', ..., KIn') einer Verarbeitungsstufe i (S1, ..., Sn) der nachfolgenden bzw. übergeordneten Verarbeitungsstufe i+1 (S1, ..., Sn) beaufschlagt sind.
- 10 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Klasseninformationen (KI1, ..., KIn; KI1', ..., KIn') einer Verarbeitungsstufe i (S1, ..., Sn) der Merkmalsextraktionseinheit (M1, ..., Mn) einer nachfolgenden bzw. untergeordneten Verarbeitungsstufe i+1  
15 (S1, ..., Sn) und/oder der Klassifizierungseinheit (C1, ..., Cn) der nachfolgenden bzw. untergeordneten Verarbeitungsstufe i+1 (S1, ..., Sn) beaufschlagt sind.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16,  
20 dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einer Verarbeitungsstufe (S1, ..., Sn) die erhaltenen Klasseninformationen (KI1, ..., KIn) einer Nachverarbeitungseinheit (P1, ..., Pn) zur Erzeugung von bereinigten Klasseninformationen (KI1', ..., KIn')  
25 beaufschlagt sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Klasseninformationen (KI1, ...,

KIn) aller Verarbeitungsstufen (S1, ..., Sn) einer Entscheidungseinheit (ED) beaufschlagt sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet,  
5 dass die Entscheidungseinheit (ED) mit mindestens einer Merkmalsextraktionseinheit (F1, ..., Fn) und/oder mit mindestens einer Klassifizierungseinheit (C1, ..., Cn) wirkverbunden ist.

10 20. Hörhilfegerät mit einer Übertragungseinheit (200), die eingangsseitig mindestens mit einem Mikrofon und ausgangsseitig mit einer Wandlereinheit, insbesondere einem Hörer, wirkverbunden ist, und mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17 zur Erzeugung von  
15 Klasseninformationen (KI1, ..., KIn; KI1', ..., KIn'), wobei die Klasseninformationen (KI1, ..., KIn; KI1', ..., KIn') der Übertragungseinheit (200) beaufschlagt sind.

21. Hörhilfegerät nach Anspruch 20, dadurch  
20 gekennzeichnet, dass eine Eingabeeinheit (300) vorgesehen ist, die, vorzugsweise über eine Funkstrecke, mit der Übertragungseinheit (200) und/oder mit der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17 wirkverbunden ist.

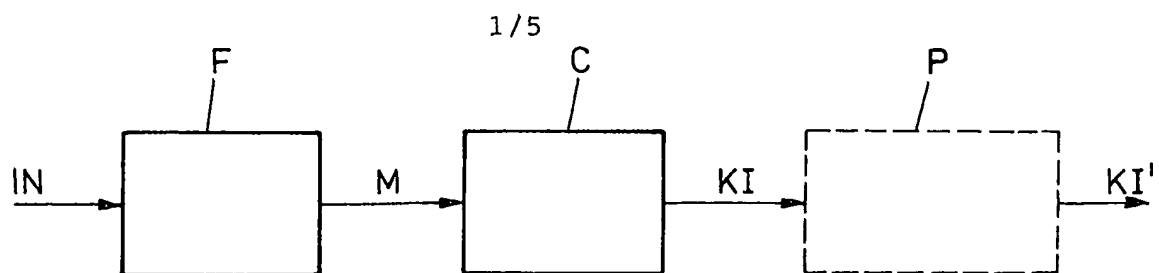


FIG.1

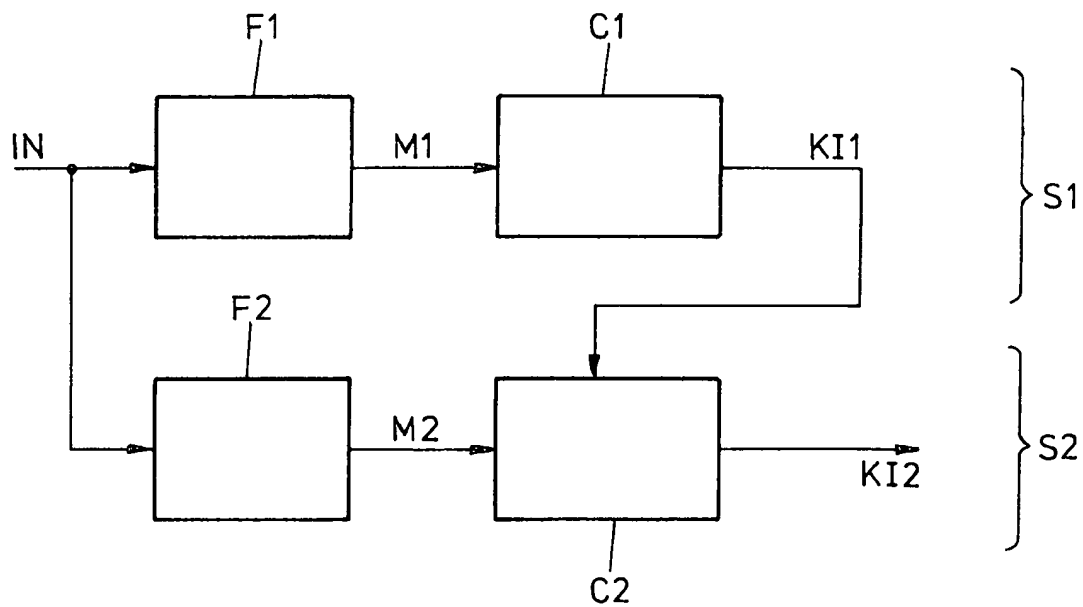


FIG.2

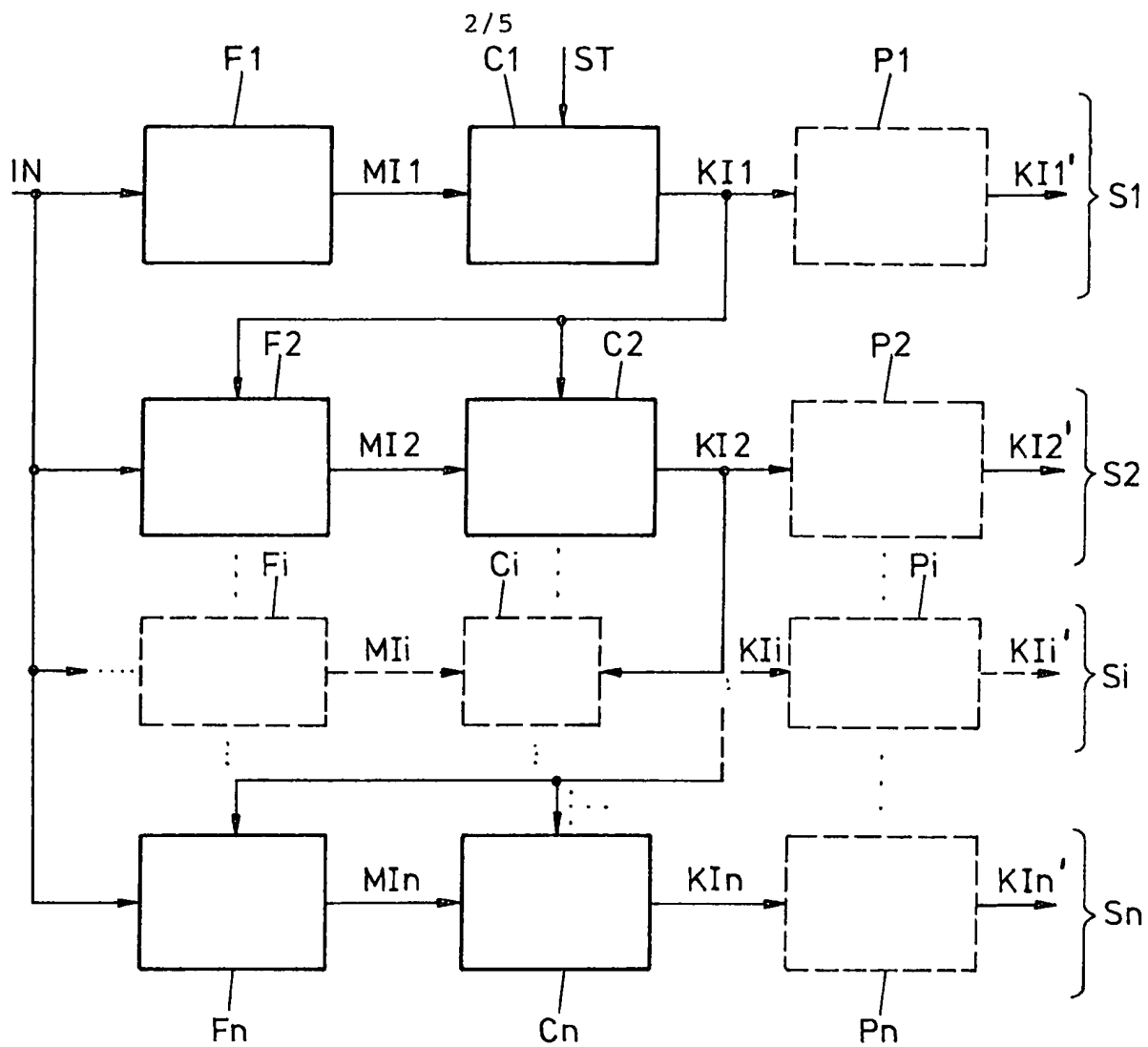
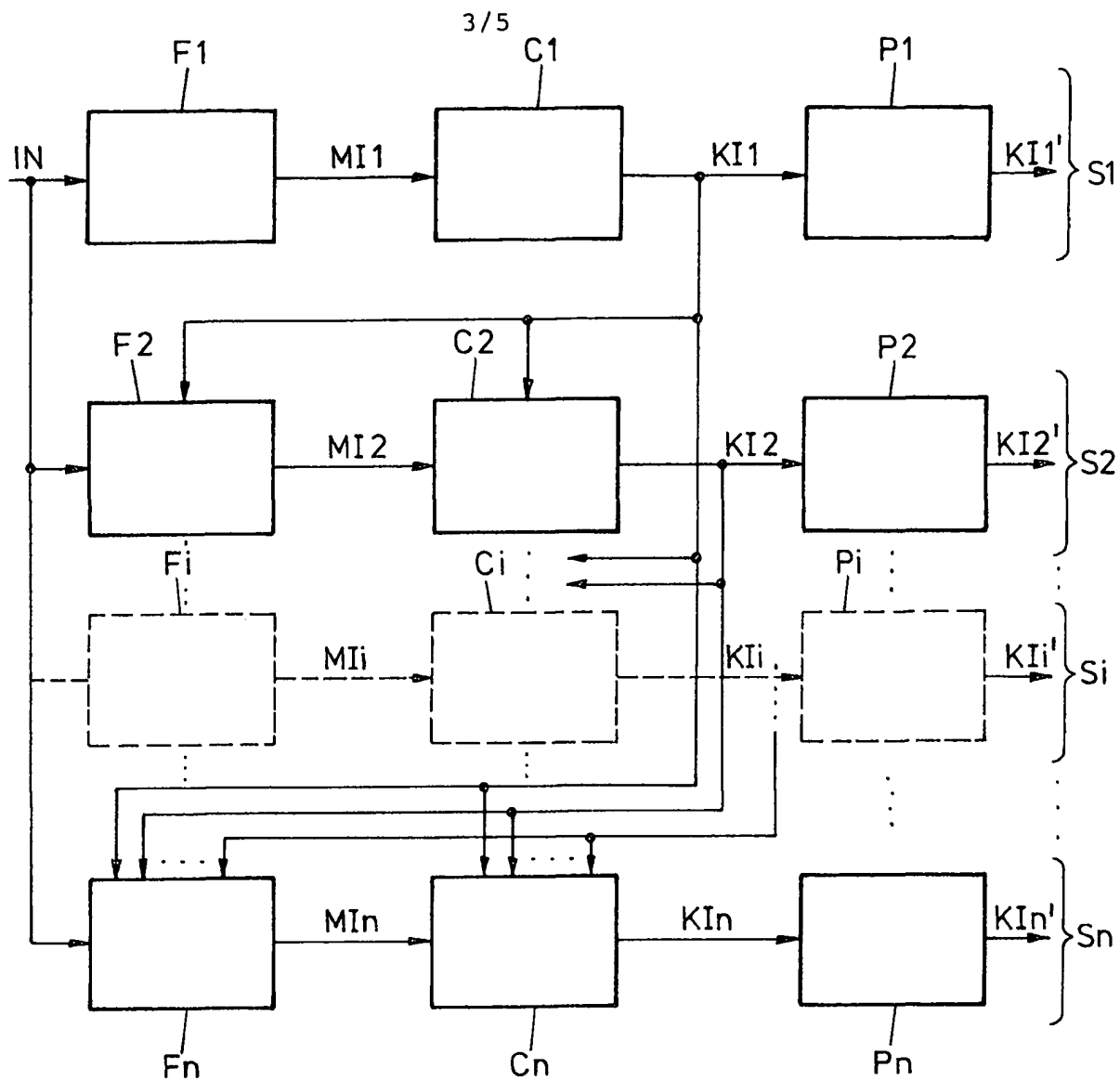


FIG. 3



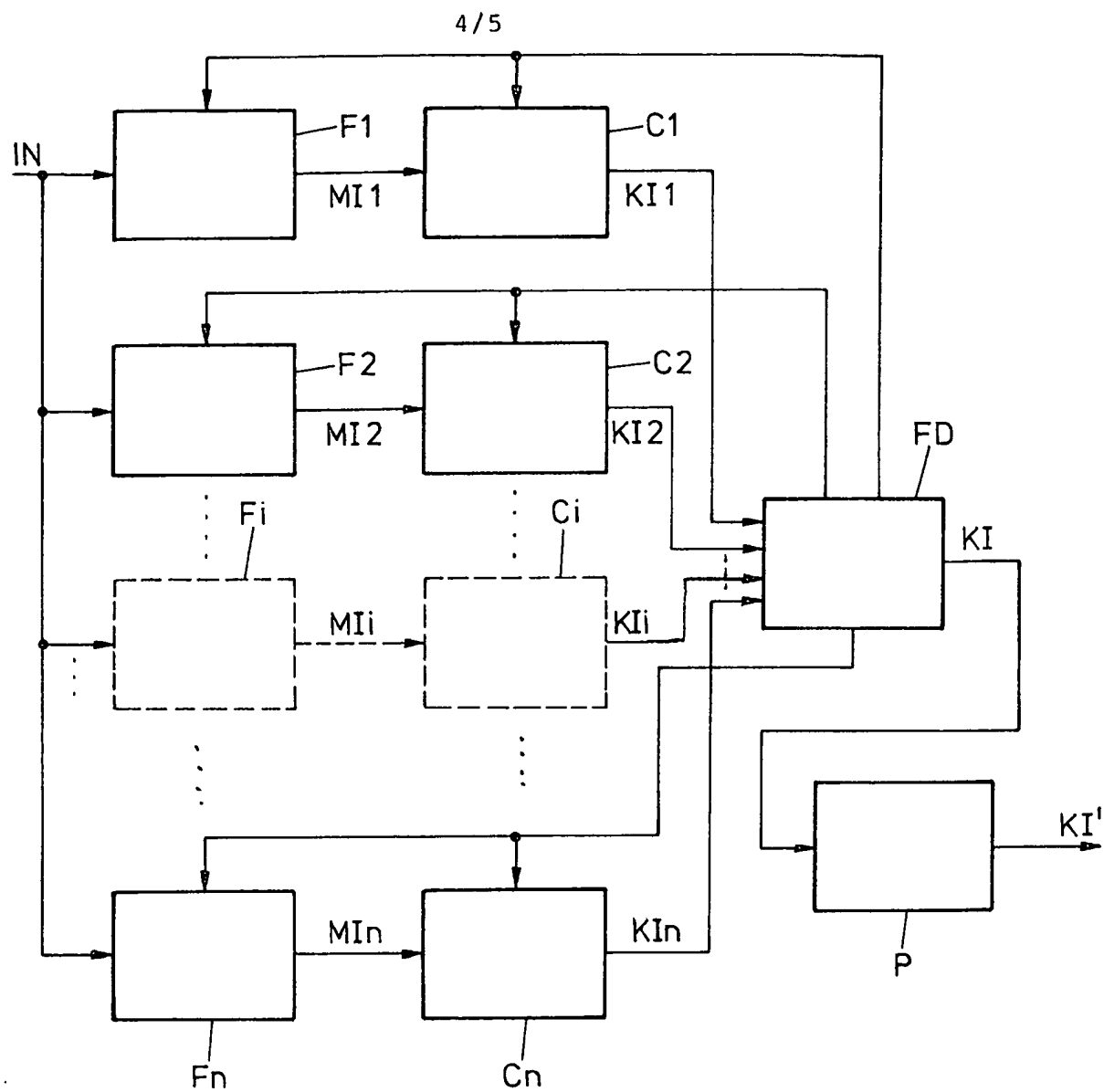


FIG.5



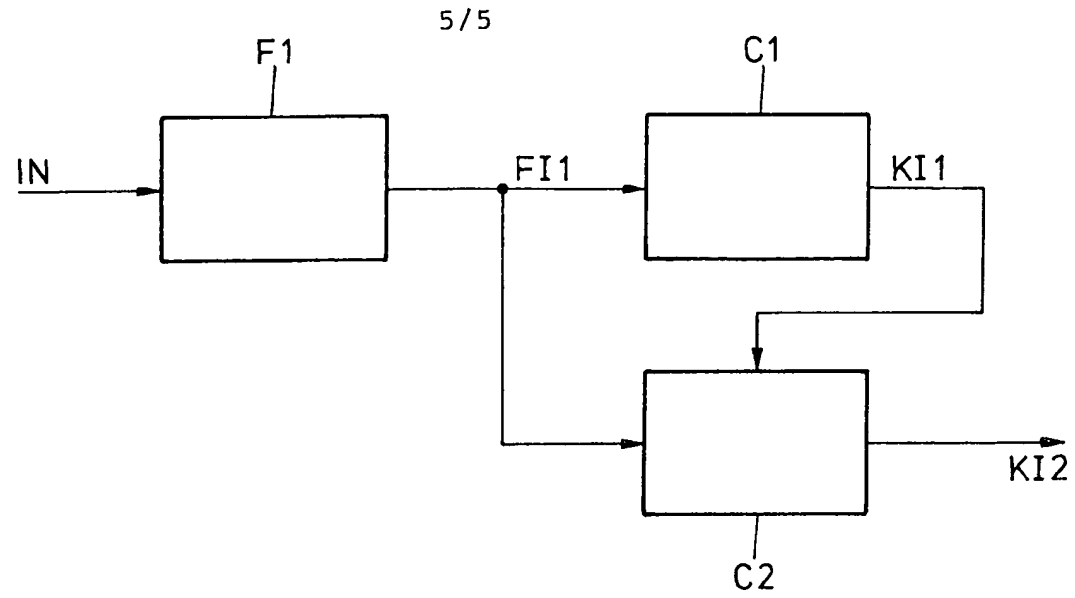


FIG. 6

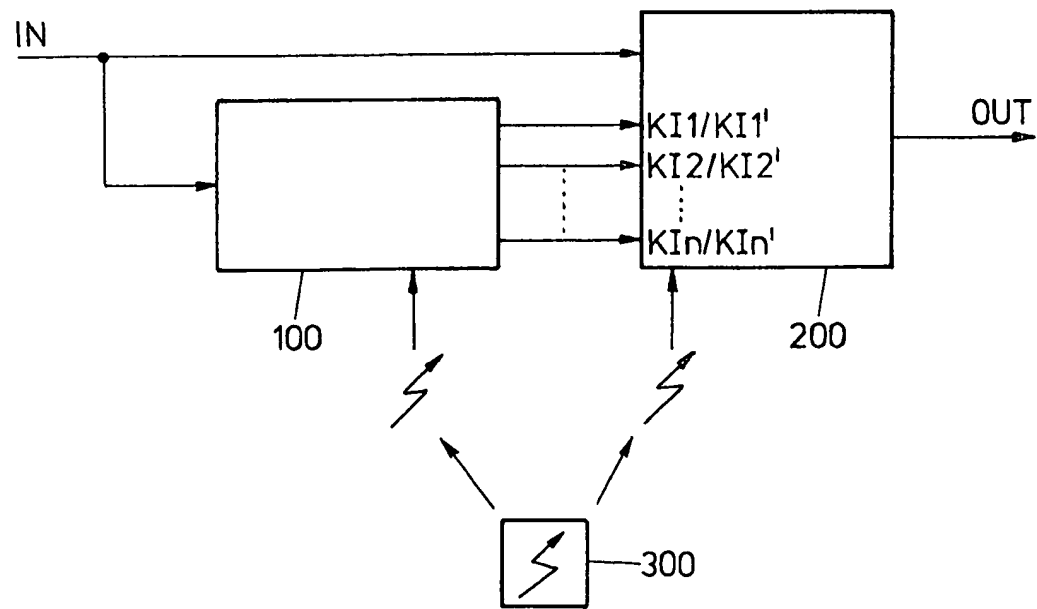


FIG. 7